Metrolog Controles de Medição Ltda
Instrumentos de medição para controle dimensional
Rua Sete de Setembro, 2671 - Centro - 13560-181 - São Carlos - SP
Fone: (16) 3371-0112 - Fax: (16) 3372-7800 - www.metrolog.net
email: metrolog@metrolog.net

Sistema de aquisição de dados Metrolog SD20

Guia do usuário e referência técnica

Metrolog SD20

Guia do usuário e referência técnica

Versão 1.0 – gcalin@metrolog.net – Março/2010

Para equipamentos Metrolog SD20 com firmware v1.0 b0001

Instruções importantes sobre segurança

1. Leia todas as instruções antes de instalar e utilizar o equipamento.
2. Desligue o equipamento quando for limpá-lo; utilize apenas pano úmido, evitando removedor líquido ou aerossol.
3. Não utilize o equipamento próximo a gotejamentos de água, óleo ou qualquer outro líquido.
4. Nunca coloque o equipamento próximo a fontes de calor extremo.
5. Para conectar ou desconectar cabos ao equipamento segure firmemente no conector. Nunca puxe ou aplique força segurando pelo cabo.
6. Exceto quando explícito neste manual nunca tente consertar o equipamento. Tentativa de reparo pode levar a acidentes elétricos e expor o usuário a riscos desnecessários. Consulte-nos sobre problemas e manutenção preventiva e corretiva.
7. Desconecte o equipamento e envie para assistência técnica caso ocorra uma das seguintes situações:

   A. O cabeamento de dados ou do sensor foi danificado ou apresenta marcas de derretimento;
   B. Se líquido de qualquer espécie escorrer para dentro do equipamento;
   C. Se estiver sido exposto a chuva;
   D. Se não estiver operando de forma correta, conforme detalhado neste manual;
   E. Se houver caído ou apresentar danos ao gabinete ou conectores.

ATENÇÃO

PERIGO DE CHOQUE ELÉTRICO
NÃO ABRA

ATENÇÃO: PARA EVITAR O PERIGO DE CHOQUE ELÉTRICO NÃO RETIRE AS TAMPAS DO EQUIPAMENTO.
NO INTERIOR NÃO EXISTEM PEÇAS QUE POSSAM SER REPARADAS PELO USUÁRIO. CONSERTOS E AJUSTES INTERNOS DEVEM SER REALIZADOS POR TÉCNICOS QUALIFICADOS.

Garantia

Os equipamentos Metrolog possuem garantia de 06 (seis) meses, a partir da data da Nota Fiscal de compra. Durante o período de garantia, o equipamento poderá ser consertado sem ônus ao proprietário sobre peças e mão de obra.

A garantia fica totalmente cancelada se o defeito tiver sido provocado por uso inadequado, quedas, batidas, conexão em tensão incorreta da rede elétrica, se o equipamento tiver sido entregue à pessoas não autorizadas e se os danos causados forem provocados por incêndio, inundação ou ainda em casos imprevisíveis e inevitáveis.

A suspensão da garantia fica a critério da Metrolog, cabendo apenas a ela análise do equipamento e dos defeitos apresentados.

A manutenção do equipamento avariado será feita nas instalações da Metrolog Controles de Medição Ltda, sendo que o transporte corre por conta e risco do proprietário.

A Metrolog reserva o direito de alterar quaisquer informações contidas nesse manual, assim como especificações técnicas do equipamento, sem aviso prévio.

Índice

I. Dados Técnicos

Interface de comunicação	• USB (Universal Serial Bus) revisão 2.0
Linearização	• Linearização por tabela (LUT) com capacidade de armazenamento de 524288 pontos de referência. Interpolação linear entre os pontos da LUT. • Modelamento e geração dos pontos da LUT através do software SD20ConfDiag.
Condicionador de sinais LVDT (modelo SD20-LVDT apenas)	• Circuito oscilador senoidal (5kHz) de baixa distorção harmônica para excitação do enrolamento primário do sensor. Tensão de excitação ajustável de fábrica, conforme transdutor empregado (1,7 a $5V_{RMS}$) • Circuito de análise ratiométrica do sinal com baixo *drift* térmico. • Largura de banda de 500Hz
Conversão analógico-digital	• Conversor A/D 24-bit de alto desempenho com referência de tensão de alta precisão. • Taxa de conversão primária selecionável por software entre 6,8 e 3500 amostragens por segundo.
Taxa de transferência de dados	• Taxa variável entre 2150 leituras/s e 6,88 leituras/s conforme ajuste do filtro primário e secundário.
Limites de Tolerância	• 2 limites de tolerância internos
Ajustes de Zero	• Digital, disponibilizado via interface digital de entrada.
Interface digital de entrada e saída	• Interface de entrada: 3 sinais foto-acoplados com funcionalidade programável pelo usuário. • Interface de saída: 2 sinais tipo coletor aberto com *pull-up* com funcionalidade programável pelo usuário.
Alimentação	• 4,5 a 5,5V, 400mA, obtidos diretamente do barramento USB.
Temperatura	• -10ºC a 70ºC para armazenamento • 10ºC a 50ºC durante funcionamento
Classe de proteção	• IP50
Dimensões	• 116 x 80 x 28 mm
Peso	• 115g

1. Conectores e diagrama elétrico de conexão

Os modelos SD20-LVDT e SD20-Analógico disponibilizam 3 conectores frontais, conforme mostrado na Figura 1.

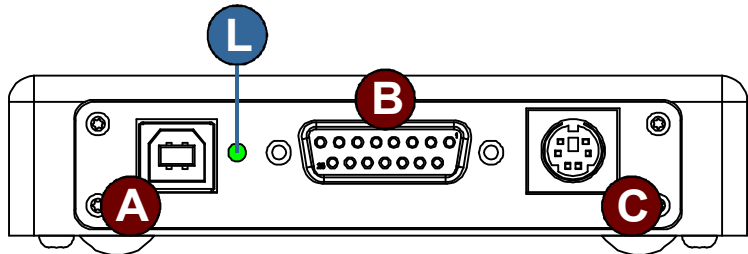



Figura 1 – Vista frontal do condicionador SD20 – Conectores e *led* de status

A – Conector USB fêmea padrão "B"

B – Conector DB15F – Interface para o transdutor

C – Conector Mini-DIN 6 pinos – Portas digitais de entrada/saída

L – *Led* de status

1.1 Conector USB

A Figura 1, indicação **A**, exibe o conector USB tipo "B" utilizado para transmissão de dados e alimentação do equipamento.

Para conexão a um computador utilize o cabo USB padrão "AB" que acompanha o equipamento.

É importante notar que a conexão deve ser feita a um hub energizado ou diretamente a uma porta do computador. Isso se faz necessário devido ao requerimento de corrente do equipamento (400mA) que não poderá ser suprido por um hub USB passivo.

Caso o equipamento seja utilizado independentemente (modo de validação passa/não-passa), conecte o cabo USB a uma fonte externa compatível o padrão USB (conector tipo "A", 5V, 500mA).

1.2 Conector de interface do sensor

A Figura 1, indicação **B**, exibe o conector padrão DIN DB15F utilizado para interface do sensor externo. O diagrama de conexão para o modelo SD20-LVDT é mostrado na Figura 2, e o diagrama de conexão para o modelo SD20-Analógico é mostrado na Figura 3.

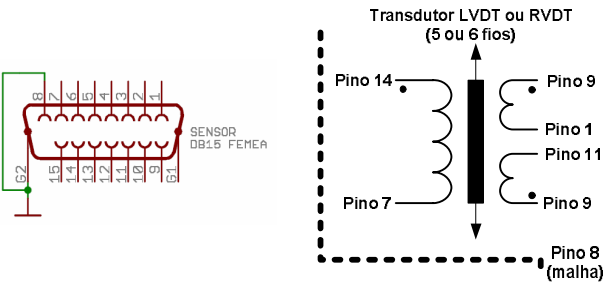



Figura 2 - Diagrama de conexão do sensor – modelo SD20-LVDT

Pino	Descrição
1	Secundário LVDT (enrolamento A)
2	Reservado (resistor calibração R_{OSC} pino A)
3	Conectado ao pino 9
4	Reservado (resistor calibração R_{GAIN} pino A)
5	N/C
6	N/C
7	Enrolamento primário LVDT
8	Malha do cabeamento do LVDT / GND
9	Enrolamento secundário LVDT (comum enrolamento A e B)
10	Reservado (resistor calibração R_{OSC} pino B)
11	Enrolamento secundário LVDT (enrolamento B)
12	Reservado (resistor calibração R_{GAIN} pino B)
13	N/C
14	Enrolamento primário LVDT
15	+15VDC
Carcaça	GND

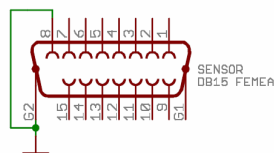



Figura 3 - Diagrama de conexão do sensor – modelo SD20-Analógico

Pino	Descrição
1	N/C
2	N/C
3	Conectado ao pino 9
4	Entrada analógica IN+
5	N/C
6	N/C
7	N/C
8	Malha do cabeamento do sensor / GND
9	Entrada analógica IN-
10	N/C
11	N/C
12	N/C
13	N/C
14	N/C
15	+15VDC (alimentação do sensor)
Carcaça	GND

1.3 Conector das portas de entrada/saída digitais

A Figura 1, indicação **C**, exibe o conector padrão Mini-DIN 6 pinos fêmea utilizado para interface com as portas digitais de entrada e saída.

O equipamento disponibiliza 2 portas digitais de saída, S1 e S2, e 3 portas digitais de entrada, E1, E2 e E3. O diagrama elétrico de conexão é mostrado na Figura 4.

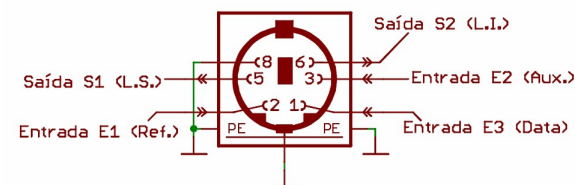



Figura 4 - Diagrama de conexão das portas digitais – Conector Mini-Din 6 Fêmea

As portas digitais podem ser configuradas para diferentes finalidades (veja *4.12 Configuração das portas digitais de entrada/saída* para detalhes). A configuração padrão de fábrica define as seguintes funcionalidades:

Saída **S1**	Indica violação do limite superior
Saída **S2**	Indica violação do limite inferior
Entrada **E1**	Transmite leitura
Entrada **E2**	Referencia leitura do equipamento
Entrada **E3**	Sinalização auxiliar

As saídas digitais possuem a estrutura interna mostrada na Figura 5. A saída é foto-acoplada e é capaz de diretamente fornecer corrente para pequenas cargas (< 30mA). Cuidado especial deve ser tomado na conexão das cargas para evitar curto-circuito na saída ou excessivo dreno de corrente.

Para interface com controladores lógicos de processo (CLP), é possível conectar a saída diretamente à entrada do CLP (caso este detecte +15VDC como nível lógico alto) ou adicionar um resistor de *pull-up* (tipicamente 1kohm) entre a saída do SD20 e a fonte de alimentação +24V do CLP.

A conexão com circuitos de baixa tensão (+3,3V, +5V, +10V) é possível com a adição de um divisor resistivo, transistor ou conversor de nível.

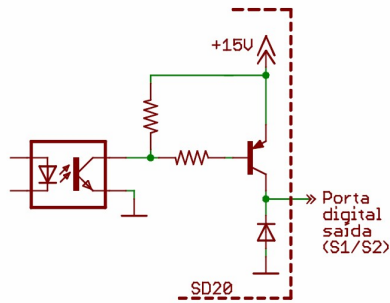



Figura 5 – Estrutura interna da porta digital de saída

As entradas digitais possuem a estrutura interna mostrada na Figura 6. A entrada é foto-acoplada, sendo acionada quando conectada à referência (GND). Corrente mínima de 2mA deve fluir pelo foto-acoplador para ocorrer detecção do sinal de entrada.

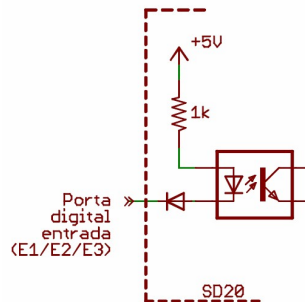



Figura 6 – Estrutura interna da porta digital de entrada

A conexão da entrada do SD20 com saída de controladores lógicos de processo (CLP, saída coletor-aberto ou com driver) pode ser feita diretamente (tensão reversa não deve ultrapassar 35V sob risco de danificar o driver de entrada).

A conexão com chaves ou pedais (contato-seco) pode ser feita diretamente, instalando-se o contato entre o pino de saída e o pino 8 (GND) do conector.

1.4 *Led* de status

A Figura 1, indicação **L**, indica o *led* de comunicação utilizado para sinalização visual da condição de funcionamento do equipamento.

Durante inicialização (após conexão do cabo USB e energização) o *led* deverá ficar brevemente vermelho e torna-se verde. Isso indica que o equipamento foi inicializado com sucesso e nenhum problema interno no circuito ou corrupção das informações armazenadas em sua memória flash interna foi detectada.

Durante a transmissão de dados o *led* irá piscar, indicando a transferência das leituras para o computador.

Durante a reprogramação das informações internas do SD20 poderá ocorrer breves indicações na cor vermelha, devendo retornar em seguida para a cor verde. Este é um comportamento normal e ocorre durante o acesso de algumas rotinas internas do equipamento.

No caso excepcional do *led* de status permanecer vermelho após inicialização, será necessário efetuar regravação das informações armazenadas em sua memória flash e eventualmente enviá-lo para análise. A rotina de diagnóstico interno do equipamento efetua uma série de verificações durante sua inicialização e sinaliza qualquer falha encontrada, evitando a utilização do equipamento nessas condições.

Em caso de dúvidas entre em contato com a assistência técnica.

2. Estrutura interna

2.1 Condicionador de sinal

O condicionador de sinal SD20 é disponibilizado em 2 modelos, SD20-LVDT e SD20-Analógico. O modelo SD20-Analógico é um condicionador universal para sensores com saída em tensão DC, podendo ser configurado para trabalhar com sensores de pressão, células de carga, sensores de temperatura, inclinômetros, entre outros. O modelo SD20-LVDT é uma versão especializada, contendo um bloco adicional responsável pela excitação e processamento do sinal originário de sensores de deslocamento linear tipo LVDT, ou deslocamento angular tipo RVDT, acoplado ao condicionador.

Sua estrutura interna é composta de diversos blocos analógicos e digitais. Um diagrama esquematizado desta estrutura é mostrado na Figura 7.

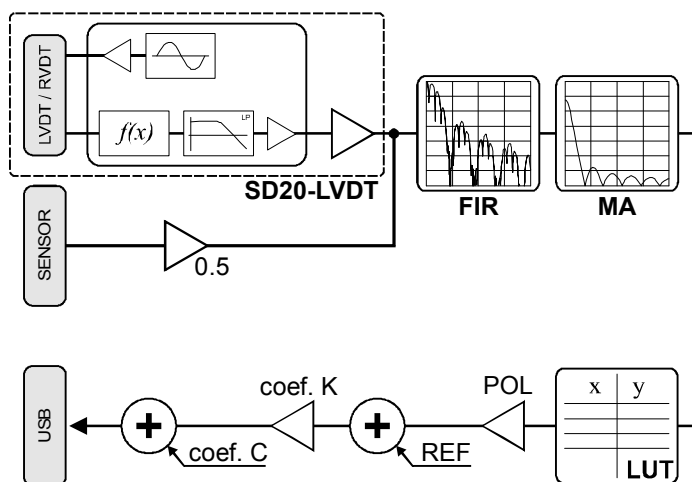



Figura 7 – Diagrama estrutura do condicionador SD20

Sinais provenientes do sensor passam por um amplificador de entrada e são encaminhados para o filtro primário tipo SINC[4]. Este filtro possui alta seletividade espectral, podendo ser ajustado, por exemplo, para atenuar (> 80dB) frequências entre 50 e 60Hz. Veja detalhes na seção *2.4 Filtros digitais*.

Em seguida o sinal atravessa um filtro digital tipo MA (média móvel) com alta seletividade temporal. Este filtro pode ser configurado com profundidades variando entre 1 e 64, permitindo acentuada suavização do sinal. Veja detalhes na seção *2.4 Filtros digitais*.

Uma vez filtrado, o sinal é encaminhado para análise em uma tabela de referência

(LUT). Esta tabela possui 524288 pontos de referência previamente armazenados em memória flash. Estes pontos são derivados da curva natural do sensor, analisada, modelada e interpolada nas dependências da Metrolog. Essa característica permite que a não linearidade do sensor acoplado, mesmo que pequena, seja acentuadamente reduzida, elevando o grau de exatidão do sensor.

O último segmento do condicionador é responsável pela inversão da polaridade da leitura (POL), caso desejado, multiplicação da leitura por um fator de ganho (coeficiente K, tipicamente 1) e soma da leitura final a um valor de *offset* (coeficiente C, tipicamente 0).

A leitura final fica disponível para transmissão via USB e para análise dos limites de tolerância internos, caso utilizados.

2.2 Medição absoluta e referenciada

O condicionador SD20 pode ser configurado para transmissão de leituras absolutas ou leituras referenciadas em um valor pré-estabelecido pelo usuário.

No modo de transmissão absoluta as leituras processadas da LUT (veja Figura 7) atravessam diretamente o somador REF, não sendo alteradas por um valor de referência (há entretanto o processamento dos coeficientes K e C, caso estejam em uso). Este modo de medição é útil para aplicação com sensores absolutos, como sensores de pressão e células de carga, onde o valor obtido representa uma grandeza diretamente observável.

No modo de processamento referenciado as leituras processadas da LUT (veja Figura 7) são somadas a um valor de referência pré-definido pelo usuário, provocando assim um deslocamento da leitura. Este modo de medição é útil para aplicação com sensores incrementais ou em aplicações que se deseje observar a diferença da leitura em relação a uma medida definida.

Sensores de deslocamento linear tipicamente irão utilizar o modo de processamento referenciado. Nessas aplicações o sensor (usualmente com pequeno curso de medição) é fixado de forma a apenas efetuar a medição da diferença dimensional em relação a um padrão de referência.

Durante a utilização do equipamento o usuário pode requisitar o referenciamento via sinal na porta digital de entrada (veja *1.3 Conector das portas de entrada/saída digitais*) ou via comunicação USB. Quando esse evento ocorre um novo valor de REF é calculado, sendo a diferença entre valor de referência pré-definido pelo usuário e a leitura atual.

O modo de medição pode ser alternado durante o uso, sem ocorrência de problemas no processo de medição. É importante notar, entretanto, que a recepção de requisição para referenciamento irá automaticamente alterar do modo absoluto para o referenciado, caso necessário.

2.3 Limites de tolerância

O SD20 dispõe de 2 limites de tolerância, limite superior de controle e limite inferior de controle. Estes valores podem ser utilizados para análise contínua da leitura do condicionador e acionamento das saída digitais em caso de violação.

Em sistemas de medição tipo passa/não-passa é possível adicionar ao condicionador um alerta externo, por exemplo, uma indicação luminosa verde/vermelha, permitindo que o operador identifique rapidamente a reprovação da medida.

Adicionalmente, caso desejado, a indicação dos limites de tolerância permite a utilização do condicionador sem a presença de um computador, bastando apenas alimentar o equipamento através do próprio cabo USB (fonte externa FA20 requerida). Neste cenário todas as configurações são previamente realizadas em um computador e durante a aplicação o operador apenas terá acesso às indicações luminosas.

2.4 Filtros digitais

O circuito de condicionamento e digitalização do SD20 disponibiliza dois filtros digitais ajustáveis, permitindo que o usuário selecione a largura de faixa desejada e taxa efetiva de amostragem.

O filtro primário (FIR) possui alta seletividade espectral, sendo capaz de seletiva atenuação superior a 80dB nas frequências de corte e harmônicas. As frequências de corte são diretamente resultado da taxa de amostragem escolhida, podendo esta variar entre 6,875 a 3520 amostras por segundo (passos válidos: 6,875; 13,75; 27,5; 55; 110; 220; 440; 880; 1760 e 3520 amostras/s).

A Figura 8 exibe o gráfico da frequência de corte primária (fn) para cada uma das taxas de amostragem disponíveis e a resposta típica do filtro para faixa de frequência entre 0 e 4fn.

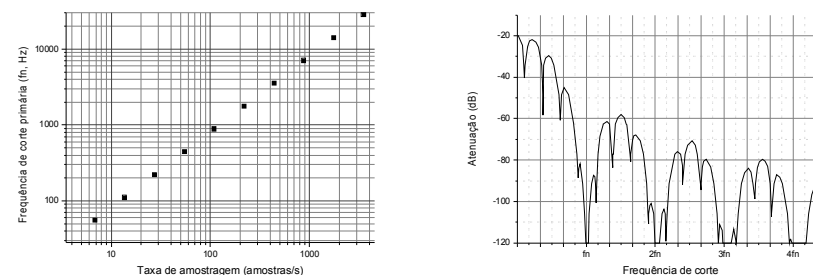



Figura 8 – Filtro primário – Frequências de corte e atenuação X Taxa de amostragem

Em linhas gerais o ajuste do filtro primário com baixas taxas de amostragem irá resultar em melhor relação sinal-ruído no sinal adquirido do sensor, sob pena de limitar a capacidade de observação de sinais transientes. No sentido oposto, a seleção de altas taxas de amostragem irá resultar em maior largura de banda e capacidade de observação de transientes rápidos, entretanto ocorrerá o aumento do ruído presente no sinal de entrada.

É importante notar que a taxa de amostragem do filtro primário irá limitar a taxa efetiva de leituras obtidas pela interface de comunicação. Para taxas de amostragem até 1760 amostras/s será possível obter igual número de leituras da interface de comunicação. Veja seção *2.5 Transmissão dos dados e taxa efetiva de transmissão* para detalhes da taxa efetiva de transmissão baseado no ajustes dos filtros primário e secundário.

O filtro secundário (MA) possui alta capacidade de redução de ruído aleatório do sinal do sensor e tem alta seletividade temporal, sendo adequado para suavização do sinal obtido. Seu ajuste varia entre 1 (desativado) a 64 (máxima profundidade),

permitindo que a frequência de corte seja ajustada para frequências inferiores a 0,2Hz.

Por ser um filtro secundário, isto é, está conectado em sequência ao filtro primário (FIR), sua resposta espectral dependerá diretamente da resposta do filtro anterior. A Figura 9 mostra o gráfico da frequência de corte primária do filtro para as várias profundidades possíveis (1 a 64); as diversas curvas correspondem a taxa de amostragem ajustada no filtro anterior. O gráfico da direita mostra a resposta típica do filtro para faixa de frequência entre 0 e 5fn.

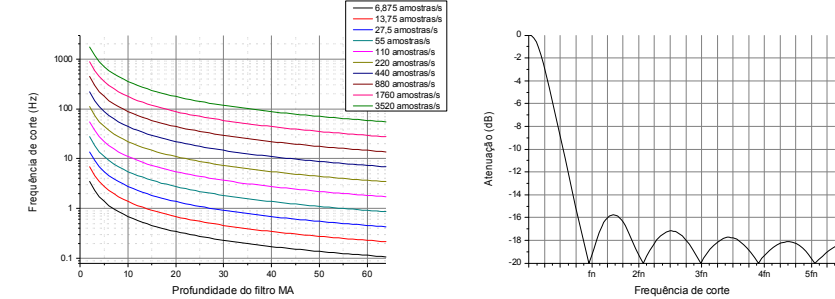



Figura 9 – Filtro secundário MA
Frequências de corte e atenuação X Profundidade do filtro
para as diversas taxas de amostragem disponíveis no filtro primário

O filtro secundário é especialmente útil para remoção de ruído aleatório do sinal ou suavização de sinais de lenta transição. O ajuste do filtro primário com mínima taxa de amostragem (6,875 amostras/s) e o filtro secundário com máxima profundidade (64) resultará na máxima estabilidade possível do condicionador do SD20 (sob pena de tempo de resposta - excitação tipo degrau - de aproximadamente 10 segundos).

Em resumo recomenda-se:

- Aplicações de medição e aquisição de amostras de forma manual (limitadas tipicamente a 5 amostras/s): utilizar filtro primário em 27,5 amostras/s (ou menor) e filtro secundário com profundidade 8 (ou menor).
- Aplicações de medição com varredura, como a inspeção dimensional de ovalização, conicidade, etc.: utilizar filtro primário com velocidade amostral mais elevada (110, 200 amostras/s) e filtro secundário desativado (profundidade 1) ou com pequeno valor.
- Aplicações de medição de transientes: analisar a característica típica do sinal e ajustar a taxa de amostragem do filtro primário de forma que a frequência de corte fundamental seja de 5 a 10 vezes superior à máxima frequência presente no sinal. O filtro secundário pode ser utilizado caso haja acentuada presença de ruído no sinal observado.

2.5 Transmissão dos dados e taxa efetiva de transmissão

Após o término do processamento matemático, uma nova leitura é disponibilizada para transmissão através de interface USB. A transmissão pode ocorrer de forma contínua (leituras são automaticamente enviadas para a interface USB assim que disponíveis) ou por requisição do usuário. A seção *4.3 Transmissão de leituras* aborda com detalhes os mecanismos internos de requisição e transmissão de informações.

Quando em modo de transmissão contínuo, uma nova leitura é automaticamente transmitida pela interface USB assim que ocorre a finalização da digitalização do conversor A/D e processamento matemático. A taxa efetiva de transmissão, isto é, o máximo número de leituras que será possível adquirir no computador, dependerá da configurações dos filtros digitais e da máxima capacidade de transmissão do barramento.

A Tabela 1 exibe a taxa efetiva de transmissão (em leituras por segundo) utilizando-se a transmissão das leituras em modo binário (ponto flutuante codificado conforme IEEE 754 e acrescido de 1 byte CRC-8). A tabela relaciona algumas possíveis combinações do filtro primário (indicado na primeira coluna à esquerda) com o filtro secundário (indicado na linha superior da tabela). A taxa máxima de aquisição (de aproximadamente 2150 leituras/s) é limitada pela capacidade de transmissão do barramento (que emula uma porta UART transmitindo a 115200bps). A queda da taxa de transmissão pelo aumento da profundidade do filtro secundário (em alguns casos) se deve primariamente pela carga adicional de processamento numérico efetuado pelo SD20.

Tabela 1 – Taxa efetiva de transmissão USB, valor em formato binário, em leituras/s

Seleção do filtro primário (amostras/s) \ Profundidade do filtro MA	1	2	3	4	5	10	20	30	40	64
3520	2149	1950	1939	1927	1923	1879	1812	1740	1676	1551
1760	1615	1608	1607	1607	1607	1607	1607	1607	1607	1607
880	847	847	847	847	847	847	847	847	847	847
440	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435
220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
110	111	110	110	110	110	110	110	110	110	110
55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5
13,75	13,75	13,75	13,75	13,75	13,75	13,75	13,75	13,75	13,75	13,75
6,875	6,875	6,875	6,875	6,875	6,875	6,875	6,875	6,875	6,875	6,875

3. Aquisição de dados – SD20 DataLogger

3.1 – Instalação – Driver USB

Antes de efetuar a conexão do SD20 ao computador pela primeira vez será necessária a instalação do driver USB. Este driver permitirá que o sistema operacional detecte o SD20 e crie uma nova porta de comunicação serial virtual.

A instalação o driver USB necessita ser realizada apenas uma única vez e exige privilégios de administrador.

O driver de instalação pode ser encontrado no CD que acompanha o produto (pasta **\usb_driver**) ou na página:

http://www.metrolog.net/suporte/download.php?lang=ptbr

Para instalação do driver USB execute/descompacte o arquivo indicado, conforme sistema operacional disponível:

Sistema operacional	Arquivo
Windows Server 2008 R2 Windows 7 Windows 7 x64 Windows Server 2008 Windows Server 2008 x64 Windows Vista Windows Vista x64 Windows XP Windows XP x64 Windows 2000 Windows Server 2003 Windows Server 2003 x64	**\usb_driver\CDM20600.exe**
Windows 98 Windows ME	**\usb_driver\R10906.zip**
Mac OS X	**\usb_driver\FTDIUSBSerialDriver_v2_2_14.dmg**
Linux Linux x86_64	**\usb_driver\ftdi_sio.tar.gz**

Após instalação do driver USB conecte o equipamento ao computador, via o cabo USB (tipo “AB”) que acompanha o produto. O sistema operacional deverá identificar o equipamento e efetuar o restante da instalação automaticamente.

3.2 – Instalação – SD20 DataLogger

O SD20 acompanha o software SD20 DataLogger, desenvolvido para rápida visualização e aquisição de dados. Adicionalmente o software permite a configuração dos parâmetros internos do SD20 (filtros, portas digitais, limites de tolerância, etc.).

O software não necessita de nenhum processo de instalação, podendo ser executado a partir de mídias removíveis ou diretamente da área do usuário. Não há necessidade de permissões especiais para execução (exceto a permissão para acesso à porta USB).

Recomenda-se a cópia da pasta **\Metrolog_SD20_DataLogger\ (**do CD que acompanha o produto) para a área do usuário.

Após a cópia basta executar o arquivo **SD20_DataLogger_v9_9.exe**. O software irá automaticamente realizar uma busca por todas as unidades SD20 conectadas no computador, e caso seja detectada mais de uma, será apresentada tela para seleção.

O software utiliza cerca de 10Mb de memória RAM para execução. A alocação de capacidade de processamento irá variar baseado na taxa efetiva de transmissão (conforme parâmetros dos filtros digitais) e modo de aquisição de amostras.

3.3 – Visualização e aquisição de dados

3.3.1 – Janela Principal

Após execução o software SD20 DataLogger irá apresentar a janela principal, conforme mostrado na Figura 10.

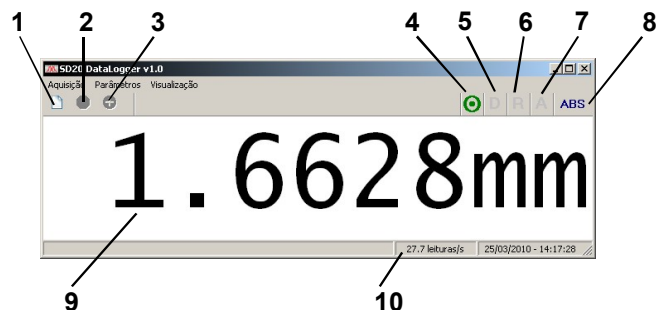



Figura 10 – Janela principal SD20 DataLogger

Botões de acesso rápido

(1) Cria novo arquivo para armazenamento de amostras
(2) Inicia/Interrompe aquisição de dados
(3) Adiciona amostra ao arquivo

Indicações

(4) Indica "dentro dos limites" ou violação dos limites de tolerância
(5) Sinaliza evento na entrada digital E3 (Data)
(6) Sinaliza evento na entrada digital E1 (Referenciamento)
(7) Sinaliza evento na entrada digital E2 (Auxiliar)
(8) Indica modo de medição absoluto ou referenciado

Leituras

(9) Leitura atual
(10) Taxa de transmissão efetiva, em leituras por segundo

3.3.2 – Armazenamento de amostras

O software SD20 DataLogger possui a funcionalidade de armazenamento de amostras em arquivo texto, permitindo posterior análise dos dados pelo usuário.

Para iniciar um novo arquivo utilize o menu **Aquisição > Nova aquisição** (tecla de atalho **Ctrl+N**) ou clique no ícone na barra de ferramenta (indicação 1 da Figura 10).

Será apresentada uma janela para seleção no nome do arquivo e definição dos critérios de disparo, aquisição e parada, conforme mostrado na figura Figura 11.

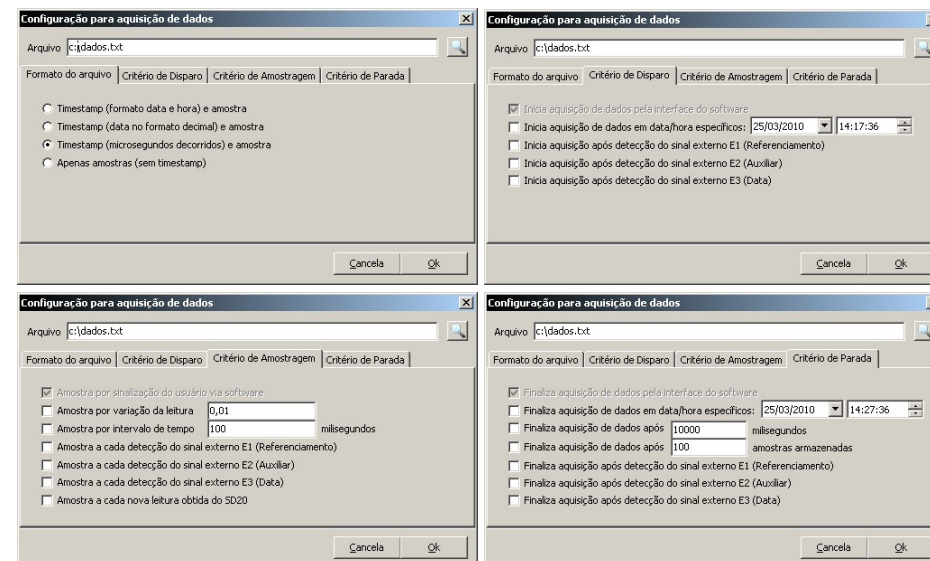



Figura 11 – Janela para criação de um novo arquivo de aquisição de dados

Defina o nome do arquivo, formato das amostras e critérios para disparo, amostragem e parada. A amostragem pode ser realizada por intervalos de tempo, variação da leitura e/ou requisição por parte do usuário (diretamente na interface do software ou via sinais nas portas digitais de entrada).

Após definido os parâmetros para a nova aquisição de dados, o software irá ficar em modo de aguardo até que ocorra um evento de disparo. O disparo manual pode ser realizado pressionando-se o ícone na barra de ferramentas (indicação 2 da Figura 10) ou através do menu **Aquisição > Inicia/Interrompe Aquisição** (tecla de atalho **F2**).

Dispara a aquisição, será possível verificar o tempo decorrido e o número de amostras armazenadas na barra superior de informações, como mostrado na Figura 12.

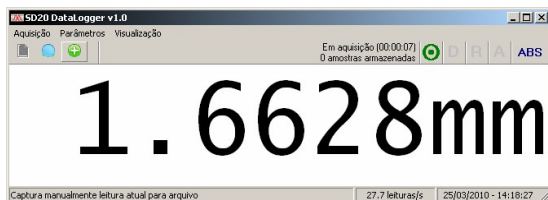



Figura 12 – SD20 DataLogger em processo de aquisição de dados

Novas amostras serão automaticamente armazenadas no arquivo de dados se um dos critérios de amostragem, previamente definidos, for satisfeito. O usuário pode requisitar a adição manual de uma amostra pressionando-se o ícone da barra de ferramentas (indicação 3 da Figura 10) ou através do menu **Aquisição > Captura Amostra** (tecla de atalho **F12**).

O término do processo de aquisição irá ocorrer caso algum dos critérios de parada seja satisfeito ou por intervenção do usuário, através do ícone da barra de ferramentas (indicação 2 da Figura 10) ou através do menu **Aquisição > Inicia/Interrompe Aquisição** (tecla de atalho **F2**).

Caso o usuário deseje continuar o armazenamento de amostras em um arquivo já existente, basta selecioná-lo na janela de configuração. Ao confirmar as configurações o software irá oferecer opção para continuar ou iniciar um novo arquivo.

As amostras são armazenadas em formato texto, com a base de tempo (*timestamp*) separada por um caractere de tabulação (**09H**) das amostras. Este formato é facilmente importado por software comerciais como o Matlab, Maple, Orgin, Excel, entre outros.

3.4 – Configuração do SD20

Os diversos parâmetros internos disponíveis no SD20, como filtros digitais, valores de tolerância e funcionalidade das portas digitais podem ser alterados acessando-se o menu **Parâmetros > Configuração SD20**.

Na primeira aba apresentada, conforme mostrado na Figura 13, é possível visualizar os parâmetros de fábrica, como número serial e sensor anexado ao equipamento.

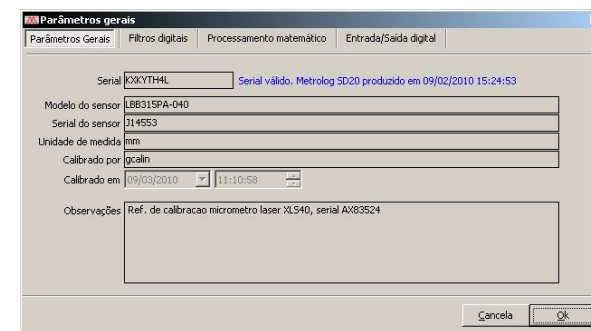



Figura 13 - Configuração SD20 - Aba de informações

A segunda aba, conforme mostrado na Figura 14, permite o ajuste dos parâmetros dos filtros digitais. Os valores de fábrica são adequados para a maioria das aplicações ao que o sensor é projetado. No caso de aplicações especiais revise a seção 2.4 Filtros digitais para escolha do filtro mais adequado.

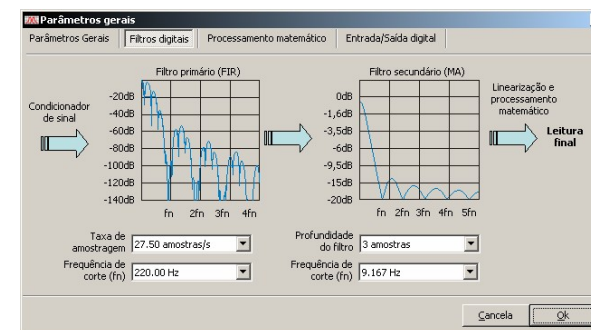



Figura 14 - Configuração SD20 – Ajuste dos filtros digitais

A terceira aba, conforme mostrado na Figura 15, permite a alteração dos parâmetros relativos ao processamento matemático e limites de tolerância.

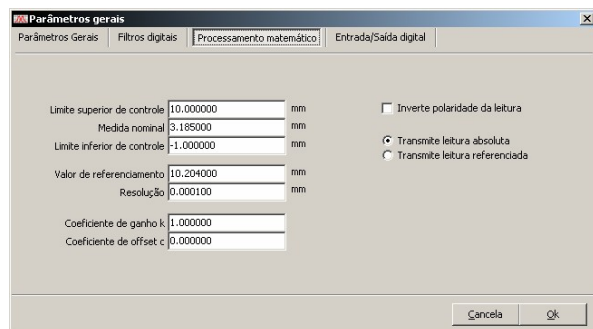



Figura 15 - Configuração SD20 – Processamento matemático

A quarta aba, conforme mostrado na Figura 16, permite alterar a funcionalidade de cada uma das saídas e entradas digitais. Para conexão de dispositivos externos às portas digitais veja seção *1.3 Conector das portas de entrada/saída digitais*.

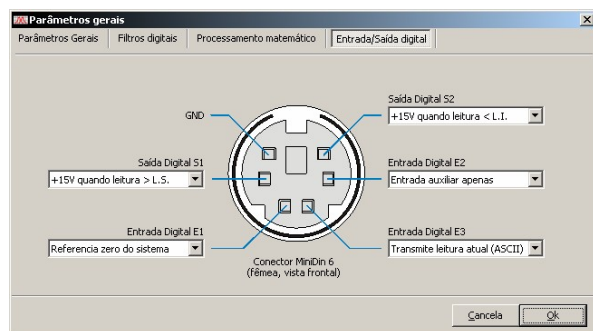



Figura 16 - Configuração SD20 – Entradas e saídas digitais

4. Protocolo de comunicação

4.1 Convenções de notação e simbologia

Esta seção trata do protocolo de comunicação utilizado pelo SD20, sendo as seguintes notações e simbologias utilizadas na definição dos pacotes de envio e recepção:

1F = indica um byte, com notação hexadecimal

'X' = indica um byte, com notação ASCII

CR = indica byte CR (*Carrier Return*), mesmo que 0D na notação hexadecimal

LF = indica byte LF (*Line Feed*), mesmo que 0A na notação hexadecimal

LRC = *Longitudinal Redundancy Check*
(veja *4.20 Cálculo do byte verificador LRC para detalhes*)

CRC = *Cyclic Redundancy Check 8*, polinômio x^8+x^2+x+1
(veja *4.19 Cálculo do byte verificador CRC-8* para detalhes)

Indicações de números no corpo do texto podem acompanhar a letra **H** para identificação de número hexadecimal (por exemplo **10H**) ou acompanhar a letra **d** para identificação de número decimal (por exemplo **16d**). Números sem letra sufixo devem ser entendidos com decimais ou ponto flutuante, conforme o escopo a que se referem.

4.2 Porta de comunicação virtualizada

A interface de comunicação USB do condicionador SD20 é mapeada pelos sistemas operacionais (Windows, Linux, Mac OS) como uma porta de comunicação serial padrão, permitindo fácil comunicação e compatibilidade com softwares comerciais que permitam recepção de dados por interface RS232C.

Do ponto de vista do programador a interface mapeada no sistema deve ser aberta, configurada e transmissão/recepção devem ocorrer da mesma forma que ocorreria em uma porta RS232 nativa. Não há necessidade de utilização dos sinais de controle (DTR, RTS, DTR, CTS) ou controle de fluxo.

A porta deve ser inicializada com taxa de comunicação (*baudrate*) de 115200 bps, 8 databit, sem paridade, 1 stop bit (**115200 8N1**). Outras velocidades de comunicação não são suportadas pelo SD20.

4.3 Transmissão de leituras

O SD20 permite a transmissão das leituras no formato ASCII, binário ou transmissão das leituras não processadas do A/D. A transmissão pode ocorrer sob requisição do usuário ou ser inicializada para transmissão contínua das leituras

4.3.1 Transmissão de leituras – formato ASCII

Requisição de apenas uma leitura:

Requisição: 'x' ou 78

Resposta: A_0 A_1 A_2 … A_{15} CR LF

Requisição de múltiplas leituras (modo contínuo de transmissão):

Requisição: 'X' ou 58

Resposta: A_0 A_1 A_2 … A_{15} CR LF, A_0 A_1 A_2 … A_{15} CR LF, sucessivamente

A cadeia de caracteres retornado sempre possuirá 16 caracteres, seguida dos terminadores **CR** e **LF**. A leitura sempre é justificada para a direita, sendo os caracteres não utilizados à esquerda preenchidos com espaços.

Por exemplo, a leitura **16,3313827** será retornada como:

Durante o modo contínuo de transmissão, o SD20 irá transmitir pacotes de 18 bytes, segundo a taxa de amostragem definida pelos filtros internos (veja seção *2.4 Filtros digitais* para detalhes).

A transmissão contínua pode ser interrompida a qualquer momento pelo envio de

Transmissão: '0' ou 30

A transmissão no formato ASCII permite fácil integração do SD20 com softwares comerciais de CEP (VTB WinCep Online, Applied Stats, entre outros), além de possibilitar a visualização dos dados diretamente em software terminal (Hyperterminal, Realterm, entre outros). No desenvolvimento de aplicações especiais recomenda-se, entretanto, a utilização da comunicação binária (veja *4.3.2 Transmissão de leituras – formato binário*) devido ao menor fluxo de dados e capacidade de detecção de erros de transmissão (devido à presença do byte de verificação CRC8).

4.3.2 Transmissão de leituras – formato binário

Requisição de apenas uma leitura:

Requisição: 'f' ou 66

Resposta: MSB | | | LSB | CRC

Requisição de múltiplas leituras (modo contínuo de transmissão):

Requisição: 'F' ou 46

Resposta: MSB | | | LSB | CRC, MSB | | | LSB | CRC, sucessivamente

A transmissão da leitura segue a norma IEEE 754 para codificação de ponto flutuante de precisão simples (32-bits), com transmissão do byte mais significativo (MSB) para o byte menos significativo (LSB).

Toda transmissão contem um quinto byte contendo o valor CRC-8 para os 4 bytes previamente transmitidos (veja *4.19 Cálculo do byte verificador CRC-8* para detalhes).

O número decimal **16,336082458**, por exemplo será transmitido como

Durante a transmissão em modo binário (modo de transmissão contínua apenas) pode haver a ocorrência de pacotes especiais, utilizados para transmissão de eventos nas entradas digitais do equipamento. Estes pacotes especiais possuem a mesma estrutura, porém o byte verificador CRC-8 é acrescido de 1. Veja seção 4.14 Recepção de eventos da porta digital de entrada, para detalhes.

4.3.3 Transmissão de leituras – leitura do conversor A/D

É possível requisitar diretamente as leituras obtidas pelo conversor A/D. É importante notar que estas leituras **não** são processadas pela tabela de linearização, devendo ser posteriormente tratadas pelo software de aquisição de dados:

Requisição: 'a' ou 61

Resposta: MSB | | | LSB | CRC

Requisição de múltiplas leituras (modo contínuo de transmissão):

Requisição: 'A' ou 41

Resposta: MSB | | | LSB | CRC , MSB | | | LSB | CRC , sucessivamente

A transmissão da leitura é feita em formato binário codificado como inteiro de 32-bits. Os valores possíveis estão compreendidos entre 0 e (2^{24}-1) ou 0 a 16777215,

Toda transmissão contem um quinto byte contendo o valor CRC-8 para os 4 bytes previamente transmitidos (veja *4.19 Cálculo do byte verificador CRC-8* para detalhes).

A leitura **8409802**d, por exemplo será transmitida como

Durante a transmissão em modo binário (modo de transmissão contínua apenas) pode haver a ocorrência de pacotes especiais, utilizados para transmissão de eventos nas entradas digitais do equipamento. Estes pacotes especiais possuem a mesma estrutura, porém o byte verificador CRC-8 é acrescido de 1. Veja seção 4.14 Recepção de eventos da porta digital de entrada, para detalhes.

4.4 Leitura absoluta e referenciada

Durante a comunicação com o SD20 é possível requisitar o envio de leituras absolutas (conforme calibração de fábrica) ou referenciadas (deslocadas de um valor de referência).

Para alternar para envio de leituras absolutas:

Requisição: 'b' ou 62

Resposta: *(nenhuma resposta)*

Para alternar para envio de leituras referenciadas:

Requisição: 'r' ou 72

Resposta: *(nenhuma resposta)*

Para requisitar o referenciamento da leitura (para valor de referência definido pelo usuário – veja *4.6 Configuração do valor de referenciamento* para detalhes):

Requisição: 'z' ou 7A

Resposta: *(nenhuma resposta)*

Obs.: a requisição para referenciamento irá automaticamente alternar o modo de transmissão de absoluto para referenciado.

4.5 Configuração da medida nominal

O condicionador de sinal do SD20 permite a configuração de uma medida nominal, utilizada apenas como referência para o software cliente (PC). Este valor não possui nenhuma funcionalidade interna no SD20, porém pode ser utilizado pelo usuário para definir parâmetros de um processo ou como simples informativo ao usuário.

Para alterar a medida nominal:

Requisição:

01	A5	09	MSB			LSB	CRC*

Resposta:

'O'	'K'

A medida nominal, ponto flutuante, deve ser codificada conforme norma IEEE 754, sendo o byte mais significativo (MSB) transmitido primeiro. O cálculo do CRC-8 deve ocorrer do terceiro ao sétimo byte (os dois primeiros bytes devem ser ignorados no cálculo).

Por exemplo, para configurar a medida nominal como 3,185 (**=404BD70AH**):

Requisição:

01	A5	09	40	4B	D7	0A	6D

Resposta:

'O'	'K'

4.6 Configuração do valor de referenciamento

O condicionador de sinal do SD20 permite a configuração de um valor de referenciamento (ou de zero), utilizado durante o comando de referenciamento (via sinal digital na porta de entrada ou comando enviado pela USB). Após referenciamento o SD20 irá assumir este valor e transmitir leituras referenciadas a ele (veja *2.2 Medição absoluta e referenciada* para detalhes do processo de medição absoluto e referenciado).

Para alterar o valor de referenciamento:

Requisição:

01	A5	0A	MSB			LSB	CRC*

Resposta:

'O'	'K'

O valor de referenciamento, ponto flutuante, deve ser codificado conforme norma IEEE 754, sendo o byte mais significativo (MSB) transmitido primeiro. O cálculo do CRC-8 deve ocorrer do terceiro ao sétimo byte (os dois primeiros bytes devem ser ignorados no cálculo).

Por exemplo, para configurar o valor de referenciamento para -16 (**=C1800000**):

Requisição:

01	A5	0A	C1	80	00	00	6A

Resposta:

'O'	'K'

4.7 Configuração dos limites de tolerância

O condicionador de sinal do SD20 permite a configuração de dois limites de tolerância, superior e inferior, utilizados para acionamento das saídas digitais (quando configuradas para este fim; veja seção *4.12 Configuração das portas digitais de entrada/saída* para detalhes).

Estes dois limites são comparados continuamente com cada nova leitura obtida do sensor. A violação dos limites ocorre quando a leitura for maior que a tolerância superior ou menor que a tolerância inferior. É importante notar que o acionamento das saídas digitais não possui histerese ou temporização, ocorrendo sincronamente a cada nova leitura obtida do conversor A/D. Desta forma pode ocorrer rápida oscilação da saída digital quando a leitura estiver próxima ao valor do limite.

Para alterar o valor do limite superior:

Requisição:

01	A5	07	MSB			LSB	CRC*

Resposta:

'O'	'K'

Para alterar o valor do limite inferior:

Requisição:

01	A5	08	MSB			LSB	CRC*

Resposta:

'O'	'K'

O valor do limite, ponto flutuante, deve ser codificado conforme norma IEEE 754, sendo o byte mais significativo (MSB) transmitido primeiro. O cálculo do CRC-8 deve ocorrer do terceiro ao sétimo byte (os dois primeiros bytes devem ser ignorados no cálculo).

Por exemplo, para configurar o limite superior para o valor de 10,21 (=**41235C29H**):

Requisição:

01	A5	07	41	23	5C	29	75

Resposta:

'O'	'K'

4.8 Configuração da resolução nativa

O condicionador de sinal do SD20 permite a configuração de uma resolução nativa, utilizada apenas como referência para o software cliente (PC). Este valor não possui nenhuma funcionalidade interna no SD20, porém pode ser utilizado pelo usuário para exibição da leitura do sensor com sua resolução adequada, evitando a apresentação de casas decimais excessivas.

Para alterar o valor da resolução nativa:

Requisição:

01	A5	0B	MSB			LSB	CRC*

Resposta:

'O'	'K'

A resolução nativa é codificada como ponto fixo (valor inteiro) de 6 casas decimais. Desta forma a resolução mais fina poderá ser 0,000001 (codificada como **00000001H)**. O cálculo do CRC-8 deve ocorrer do terceiro ao sétimo byte (os dois primeiros bytes devem ser ignorados no cálculo).

Por exemplo, para configurar a resolução como 0,05 (= **50000d** = **0000C350AH**):

Requisição:

01	A5	0B	00	00	C3	50	DA

Resposta:

'O'	'K'

4.9 Configuração dos coeficientes K e C

O condicionador de sinal do SD20 disponibiliza um coeficiente de ganho (K) e um coeficiente de *offset* (C). Estes coeficientes permitem que a leitura final do condicionador, previamente à transmissão, seja multiplicada (K) e somada (C) a uma constante definida pelo usuário (veja *2.1 Condicionador de sinal* para detalhes)

Tipicamente o coeficiente K deve ser 1 (um) e o coeficiente C deve ser 0 (zero). Dessa forma as leituras processadas pelo condicionador são transmitidas sem alteração.

Em alguns casos especiais, entretanto, o usuário pode alterar estes valores, provocando um ganho ou redução da leitura, tão como seu deslocamento.

Para alterar o valor do coeficiente K (ganho):

Requisição:	01	A5	05	MSB			LSB	CRC*
Resposta:	‘O’	‘K’						

Para alterar o valor do coeficiente C (*offset*):

Requisição:	01	A5	06	MSB			LSB	CRC*
Resposta:	‘O’	‘K’						

O valor do coeficiente, ponto flutuante, deve ser codificado conforme norma IEEE 754, sendo o byte mais significativo (MSB) transmitido primeiro. O cálculo do CRC-8 deve ocorrer do terceiro ao sétimo byte (os dois primeiros bytes devem ser ignorados no cálculo).

Por exemplo, para configurar o coeficiente K para o valor de 1,5 (=**3FC00000**):

Requisição:	01	A5	05	3F	C0	00	00	1B
Resposta:	‘O’	‘K’						

4.10 Configuração do filtro digital primário (FIR)

O condicionador de sinal do SD20 possui dois filtros digitais configuráveis, responsáveis por ajustar a largura de banda do circuito de entrada e a taxa de amostragem do A/D.

O filtro digital primário FIR pode ser ajustado em 10 diferentes frequências de corte, alterando a taxa de amostragem efetiva do conversor A/D. Alta taxa de amostragem permitirá observação de sinais transientes com componentes de frequência mais altos, com redução, entretanto, da resolução efetiva do A/D. Baixa taxa de amostragem é indicada para observação de sinais com variação lenta, permitindo a amostragem com alta resolução efetiva do A/D.

Comandos para alteração do filtro digital primário:

FIR 3520 amostras/s (f_c=28160Hz):	01	A5	01	00	00	00	08	5A
FIR 1760 amostras/s (f_c=14080Hz):	01	A5	01	00	00	00	10	12
FIR 880 amostras/s (f_c=7040Hz):	01	A5	01	00	00	00	18	2A
FIR 440 amostras/s (f_c=3520Hz):	01	A5	01	00	00	00	20	82
FIR 220 amostras/s (f_c=1760Hz):	01	A5	01	00	00	00	28	BA
FIR 110 amostras/s (f_c=880Hz):	01	A5	01	00	00	00	30	F2
FIR 55 amostras/s (f_c=440Hz):	01	A5	01	00	00	00	38	CA
FIR 27,5 amostras/s (f_c=220Hz):	01	A5	01	00	00	00	40	A5
FIR 13,75 amostras/s (f_c=110Hz):	01	A5	01	00	00	00	48	9D
FIR 6,875 amostras/s (f_c=55Hz):	01	A5	01	00	00	00	78	0D

Resposta:	‘O’	‘K’

4.11 Configuração do filtro digital secundário (MA)

O condicionador de sinal do SD20 possui dois filtros digitais configuráveis, responsáveis por ajustar a largura de banda do circuito de entrada e a taxa de amostragem do A/D.

O filtro digital secundário MA pode ser ajustado em 64 diferentes profundidades, sem ocorrer alteração na taxa de amostragem ajustada pelo filtro primário. O filtro secundário efetua média móvel das leituras obtidas, promovendo alta seletividade temporal e baixa seletividade espectral.

Comando para alteração do filtro digital secundário:

Requisição: 01 A5 02 00 00 00 MA CRC*

Resposta: 'O' 'K'

OBS*: O cálculo do CRC-8 para este comando específico deve ocorrer do terceiro ao sétimo byte. MA poderá variar entre **1**d e **64**d.

Exemplos de envio.

Filtro	Bytes
Filtro MA 1 (desativado):	01 A5 02 00 00 00 01 C3
Filtro MA 2 (profundidade mínima):	01 A5 02 00 00 00 02 CA
Filtro MA 3:	01 A5 02 00 00 00 03 CD
Filtro MA 4:	01 A5 02 00 00 00 04 D8
Filtro MA 5:	01 A5 02 00 00 00 05 DF
Filtro MA 8:	01 A5 02 00 00 00 08 FC
Filtro MA 16:	01 A5 02 00 00 00 10 B4
Filtro MA 32:	01 A5 02 00 00 00 20 24
Filtro MA 48:	01 A5 02 00 00 00 30 54
Filtro MA 64 (profundidade máxima):	01 A5 02 00 00 00 40 03

4.12 Configuração das portas digitais de entrada/saída

O condicionador de sinal do SD20 possui 2 sinais digitais de saída e 3 sinais digitais de entrada. Cada um destes sinais pode ser configurado para executar funções específicas (referenciamento, envio de dados, etc.) ou para uso especial do usuário.

O comando para alterar a funcionalidade de cada uma das portas:

Requisição: 01 A5 03 00 00 IO1 IO0 CRC*

Resposta: 'O' 'K'

OBS*: O cálculo do CRC-8 para este comando específico deve ocorrer do terceiro ao sétimo byte.

Conteúdo dos bytes IO1 (MSB) e IO0 (LSB) correspondem aos *flags* específicos:

Porta digital de entrada E1 (Data)

00 00 — Configura entrada E1 para transmissão da leitura no formato ASCII
(veja *4.3.1 Transmissão de leituras – formato ASCII* para detalhes)

00 01 — Configura entrada E1 para transmissão da leitura no formato binário
(veja *4.3.2 Transmissão de leituras – formato binário* para detalhes)

00 02 — Configura entrada E1 para transmissão da leitura do conversor A/D
(veja *4.3.3 Transmissão de leituras – leitura do conversor A/D* para detalhes)

00 04 — Sem função específica (apenas sinalizada para aplicação do usuário)
(veja *4.14 Recepção de eventos da porta digital de entrada* e *4.16 Status das portas digitais de entrada/saída* para detalhes de aplicação)

Porta digital de entrada E2 (Referenciamento)

00 00 — Configura entrada E2 efetuar referenciamento da leitura
(veja 4.4 Leitura absoluta e referenciada para detalhes)

00 08 — Sem função específica (apenas sinalizada para aplicação do usuário)
(veja *4.14 Recepção de eventos da porta digital de entrada* e *4.16 Status das portas digitais de entrada/saída* para detalhes de aplicação)

Porta digital de entrada E3 (Auxiliar)

00 08 — Sem função específica (apenas sinalizada para aplicação do usuário)
(veja *4.14 Recepção de eventos da porta digital de entrada* e *4.16 Status das portas digitais de entrada/saída* para detalhes de aplicação)

Porta digital de saída S1 (Limite Superior)

00	00

Configura saída S1 para sinalizar violação do limite superior
(veja *4.7 Configuração dos limites de tolerância* para detalhes)

02	00

Configura saída S1 para sinalizar medida aprovada
(veja *4.7 Configuração dos limites de tolerância* para detalhes)

04	00

Sem função específica (acionada pela aplicação do usuário)
(veja *4.15 Transmissão de eventos para porta digital de saída* para detalhes)

Porta digital de saída S2 (Limite Inferior)

00	00

Configura saída S2 para sinalizar violação do limite inferior
(veja *4.7 Configuração dos limites de tolerância* para detalhes)

10	00

Configura saída S2 para sinalizar medida reprovada
(veja *4.7 Configuração dos limites de tolerância* para detalhes)

20	00

Sem função específica (acionada pela aplicação do usuário)
(veja *4.15 Transmissão de eventos para porta digital de saída* para detalhes)

O *flag* específico de cada uma das portas devem ser somado para geração dos bytes **IO0** e **IO1**.

4.13 Configuração dos *flags* de sistema

Os *flags* de sistema permitem a mudança de polaridade e modo de transmissão (absoluto/referenciado) do condicionador.

Requisição:

01	A5	04	00	00	SF1	SF0	CRC*

Resposta:

'O'	'K'

OBS*: O cálculo do CRC-8 para este comando específico deve ocorrer do terceiro ao sétimo byte.

Conteúdo dos bytes IO1 (MSB) e IO0 (LSB) correspondem aos *flags* específicos:

Polaridade

00	00

Polaridade normal

20	00

Polaridade invertida (inverte sinal da leitura de saída da LUT)
(veja *2.1 Condicionador de sinal* para detalhes do processamento interno)

Modo de transmissão

00	00

Modo de transmissão absoluto
(veja 2.2 Medição absoluta e referenciada para detalhes)

40	00

Modo de transmissão relativo
(veja 2.2 Medição absoluta e referenciada para detalhes)

Os *flags* devem ser somados para geração dos bytes **SF0** e **SF1**.

4.14 Recepção de eventos da porta digital de entrada

Durante o modo de transmissão contínuo (leitura no formato binário ou leitura não processada do A/D), irá ocorrer a transmissão de pacotes especiais contendo sinalização dos sinais de entrada E1, E2 e E3. Toda vez que ocorrer transição positiva em uma ou mais entradas, o seguinte pacote será transmitido:

onde o byte STAT indicará:

bit 0 (LSBit) = sinal detectado na entrada E2 (Referenciamento)

bit 1 = sinal detectado na entrada E1 (Data)

bit 2 = sinal detectado na entrada E3 (entrada auxiliar)

bit 3..7 = reservado

A detecção do sinal ocorre quando houver transição de nível lógico alto (5 a 15VDC) para nível lógico baixo (< 1VDC). Caso a entrada digital esteja sendo acionada apenas com um contato seco conectado ao GND (pino 8 ou carcaça do conector mini-DIN), a transição ocorrerá quando este contato for fechado.

É importante notar que este pacote possui um byte verificador modificado, constituído do resultado do cálculo CRC-8 dos primeiros 4 bytes, acrescido de 1. Este byte verificador modificado permite que os pacotes sejam facilmente separados durante a recepção contínua, sem necessidade da interrupção da transmissão das leituras.

4.15 Transmissão de eventos para porta digital de saída

O SD20 disponibiliza duas saídas digitais que podem ser utilizadas para sinalização de aprovado/reprovado (saídas S1 e/ou S2), sinalização de violação do limite superior (porta S1) e/ou limite inferior (saída S2), ou ainda configuradas como saídas auxiliares para uso do usuário.

Quando configurada no modo de saída auxiliar (veja *4.12 Configuração das portas digitais de entrada/saída* para configuração do modo de saída), a porta S1 ou S2 podem ser acionadas enviando-se o comando:

Requisição para ativar saída S1: 'S' ou 53

Requisição para desativar saída S1: 's' ou 73

Requisição para ativar saída S2: 'I' ou 49

Requisição para desativar saída S2: 'i' ou 69

Resposta: *(nenhuma resposta)*

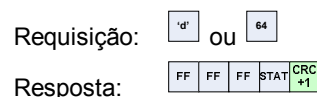
4.16 Status das portas digitais de entrada/saída

O condicionador de sinal do SD20 possui 2 sinais digitais de saída e 3 sinais digitais de entrada. Cada um destes sinais pode ser configurado para executar funções específicas (referenciamento, envio de dados, etc.) ou para uso especial do usuário.

Durante o modo de comunicação contínua é possível detectar eventos nas portas digitais de entrada através da leitura de um pacote especial, conforme detalhado na seção *4.14 Recepção de eventos da porta digital de entrada*.

Caso o usuário deseje verificar o status das entradas/saídas digitais de forma assíncrona aos eventos, é possível realizá-lo através da requisição:

Requisição: | 'd' | ou | 64 |

Resposta: | FF | FF | FF | STAT | CRC +1 |

onde o byte STAT indicará:

bit 0 (LSBit) = **H** quando entrada E2 (Referenciamento) em nível lógico baixo

bit 1 = **H** quando entrada E1 (Data) em nível lógico baixo

bit 2 = **H** quando entrada E3 (entrada auxiliar) em nível lógico baixo

bit 3..5 = reservado

bit 6 = **H** quando saída S2 (Limite Inferior) estiver acionada (nível lógico alto)

bit 7 = **H** quando saída S1 (Limite Superior) estiver acionada (nível lógico alto)

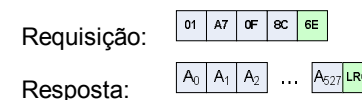
É importante notar que este pacote possui um byte verificador modificado, constituído do resultado do cálculo CRC-8 dos primeiros 4 bytes, acrescido de 1. Este byte verificador modificado permite que os pacotes sejam facilmente separados durante a recepção contínua, sem necessidade da interrupção da transmissão das leituras.

4.17 Leitura das informações de fábrica e serial

A memória flash interna de um equipamento SD20 contém informações detalhadas sobre o sensor ao qual calibrado, modelos e seriais, além de diversas outras informações particulares da unidade. Adicionalmente é possível obter o número serial do equipamento, informação importante para o desenvolvimento de aplicações com múltiplas unidades SD20 conectadas a um mesmo computador.

Para requisitar as informações de fábrica:

Requisição: | 01 | A7 | 0F | 8C | 6E |

Resposta: | A_0 | A_1 | A_2 | ... | A_{527} | LRC |

A resposta transmitida, contendo 528 bytes de dados, contém segmentos específicos com os seguintes dados:

Byte 0 ao 13	Texto "METROLOG SD20 "
Byte 14 ao 22	Número serial da unidade (8 caracteres ASCII) + LRC
Byte 23 ao 63	Modelo do sensor acoplado (até 40 caracteres) + LRC
Byte 64 ao 104	Serial do sensor acoplado (até 40 caracteres) + LRC
Byte 105 ao 125	Unidade de medida do sensor (até 20 caracteres) + LRC
Byte 126 ao 166	Calibrado por (nome/designação) (até 40 caracteres) + LRC
Byte 167 ao 186	Data/hora de calibração (dd/mm/aaaa hh:mm:ss) (19 chars, formato ASCII, horário 24H) + LRC
Byte 187 ao 441	Observações (até 254 caracteres) + LRC
Byte 442 ao 527	Reservado
Byte 528	Byte verificador LRC (veja *4.20 Cálculo do byte verificador LRC*)

Por exemplo, para uma determinada unidade do SD20 poder-se-ia obter o seguinte retorno à requisição das informações de fábrica (no diagrama foram evidenciados os bytes de início de cada segmento e os bytes verificadores LCR de cada campo, em verde):

4D	45	54	52	4F	4C	4F	47	20	53	44	32	30	20	4B	58	4B	59	54	48	34	4C	65	4C
42	42	33	31	35	50	41	2D	30	34	30	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	73	4A	31	34	35	35	33	00	00
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	00	00	00	00	7C	6D	6D	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	00	00	67	63	61	6C	69	6E	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	0E	30
39	2F	30	33	2F	32	30	31	30	20	31	31	3A	31	30	3A	35	38	25	52	65	66	2E	20
64	65	20	63	61	6C	69	62	72	61	63	61	6F	20	6D	69	63	72	6F	6D	65	74	72	6F
20	6C	61	73	65	72	20	58	4C	53	34	30	2C	20	73	65	72	69	61	6C	20	41	58	38
33	35	32	34	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	00	00	00	00	00	79	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67
4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67
4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67
4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67
FF																							

onde,

4D	45	54	52	4F	4C	4F	47	20	53	44	32	30	20

= “**METROLOG SD20** ”

4B	58	4B	59	54	48	34	4C	65

= Serial “**KXKYTH4L**”

																							4C
42	42	33	31	35	50	41	2D	30	34	30	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	73	4A							

= Modelo do sensor “**LBB315PA-040**”

																4A	31	34	35	35	33	00	00
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	00	00	00	00	7C															

= Serial do sensor “**J14553**”

									6D	6D	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	00	00																		

= Unidade de medida do sensor “**mm**”

						67	63	61	6C	69	6E	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	0E	

= Calibrado por “**gcalin**”

																							30
39	2F	30	33	2F	32	30	31	30	20	31	31	3A	31	30	3A	35	38	25					

= Data/Hora de calibração = “**09/03/2010 11:10:58**”

																			52	65	66	2E	20
64	65	20	63	61	6C	69	62	72	61	63	61	6F	20	6D	69	63	72	6F	6D	65	74	72	6F
20	6C	61	73	65	72	20	58	4C	53	34	30	2C	20	73	65	72	69	61	6C	20	41	58	38
33	35	32	34	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	00	00	00	00	00	79														

= Observação “**Ref. de calibracao micrometro laser XLS40, serial AX83524**”

4.18 Leitura dos parâmetros funcionais

Diversos parâmetros funcionais, como limites de tolerância, valor para referenciamento, entre outros, são armazenados na memória flash do equipamento. O valor destes parâmetros pode ser obtido pelo envio do comando:

Requisição: | 01 | A7 | 0F | 8D | 69 |

Resposta: | A_0 | A_1 | A_2 | … | A_{527} | LRC |

A resposta transmitida, contendo 528 bytes de dados, contém segmentos sucessivos de 5 bytes, cada qual codificando um parâmetro (4 bytes) e um dígito verificador LRC.

Os 4 bytes de cada parâmetro podem codificar parâmetros do tipo ponto flutuante de precisão simples, inteiro longo ou texto (codificados LSB para MSB):

Byte 0 — Valor fixo **53443230H** (marca d'água)

Byte 5 — Configuração do filtro primário (FIR)
(veja *4.10 Configuração do filtro digital primário (FIR)* para detalhes)

Byte 10 — Configuração do filtro secundário (MA)
(veja *4.11 Configuração do filtro digital secundário (MA)* para detalhes)

Byte 15 — Configuração das portas de entrada/saída digitais
(veja *4.12 Configuração das portas digitais de entrada/saída* para detalhes)

Byte 20 — Configuração dos flags de sistema
(veja *4.13 Configuração dos flags de sistema*)

Byte 25 — Valor do coeficiente K (ganho)
(veja *4.9 Configuração dos coeficientes K e C* para detalhes)

Byte 30 — Valor do coeficiente C (*offset*)
(veja *4.9 Configuração dos coeficientes K e C* para detalhes)

Byte 35 — Valor do limite Superior
(veja *4.7 Configuração dos limites de tolerância* para detalhes)

Byte 40 — Valor do limite Inferior
(veja *4.7 Configuração dos limites de tolerância* para detalhes)

Byte 45 — Valor da medida nominal (referência apenas)
(veja *4.5 Configuração da medida nominal para* detalhes)

Byte 50 — Valor de referenciamento da leitura
(veja *4.6 Configuração do valor de referenciamento* para detalhes)

Byte 55 — Resolução nativa (referência apenas)
(veja *4.8 Configuração da resolução nativa* para detalhes)

Por exemplo, para uma determinada unidade do SD20, poder-se-ia obter o seguinte retorno à requisição dos parâmetros funcionais:

53	44	32	30	15	40	00	00	00	40	03	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	80	3F	BF	00	00	00	00	00	29	5C	23	41	17	3D	0A	23	41	55	33	33	23
41	62	96	43	23	41	B7	64	00	00	00	64	6F	6C	6F	4D	65	74	74	72	6F	6C	6F	67
4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67
4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67
4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67
4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67
4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67
4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67
4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67
4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67
4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67
4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67
4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67
4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67	4D	65	74	72	6F	6C	6F	67
FF																							

onde,

Bytes	Significado
53 44 32 30 15	**53443230H** (marca d'água)
40 00 00 00 40	filtro primário configurado a 27,5 amostras/s (f_c=220Hz)
03 00 00 00 00	filtro secundário configurado com profundidade de 3 amostras
00 00 00 00 00	configuração das portas digitais de entrada e saída = **00000000H**
00 00 00 00 00	configuração dos flags do sistema = **00000000H**
00 00 80 3F BF	coeficiente de ganho K = **3F800000H** = 1,0 (notação ponto flutuante IEEE 754)
00 00 00 00 00	coeficiente de *offset* C = **00000000H** = 0,0 (notação ponto flutuante IEEE 754)
29 5C 23 41 17	limite superior = **41235C29H** = 10,21 (notação ponto flutuante IEEE 754)

3D	0A	23	41	55

limite inferior = **41230A3DH** = 10,19
(notação ponto flutuante IEEE 754)

33	33	23	41	62

medida nominal = **41233333H** = 10,2
(notação ponto flutuante IEEE 754)

96	43	23	41	B7

valor de referenciamento = **41234396H** = 10,204
(notação ponto flutuante IEEE 754)

64	00	00	00	64

resolução nativa = **00000064H** = **100d** = 0,000100
(notação ponto fixo, 6 casas decimais)

4.19 Cálculo do byte verificador CRC-8

Diversos pacotes de requisição e retorno especificados neste documento utilizam um byte verificador do tipo CRC (*Cyclic Redudancy Check*). Este código verificador é uma função ***hash*** baseado no polinômio x^8+x^2+x+1 e têm como função garantir a integridade das informações durante sua transmissão ou recepção.

O cálculo do byte verificador CRC-8 é relativamente simples e pode ser implementada de diversas formas. Seu cálculo tipicamente ocorre pela chamada cíclica da função CRC, byte a byte do pacote de dados, sendo o resultado do byte anterior utilizado para o cálculo do CRC do byte seguinte.

Como referência para desenvolvedores de aplicações segue abaixo exemplo de duas implementações da função CRC-8 e exemplo de uso, tanto para linguagem C/C++ quanto para linguagem Delphi/Pascal. As funções utilizam princípio de *look-up table* para máxima velocidade de cálculo.

4.19.1 Exemplo de implementação da função CRC-8 – C/C++

```
/* (!) fragmento de código */
/* ------------------------------------------------------------------------------------- */

    const unsigned char CRC8_TABLE[256] = {
            0x00,0x07,0x0E,0x09,0x1C,0x1B,0x12,0x15,0x38,0x3F,0x36,0x31,0x24,0x23,0x2A,0x2D,
            0x70,0x77,0x7E,0x79,0x6C,0x6B,0x62,0x65,0x48,0x4F,0x46,0x41,0x54,0x53,0x5A,0x5D,
            0xE0,0xE7,0xEE,0xE9,0xFC,0xFB,0xF2,0xF5,0xD8,0xDF,0xD6,0xD1,0xC4,0xC3,0xCA,0xCD,
            0x90,0x97,0x9E,0x99,0x8C,0x8B,0x82,0x85,0xA8,0xAF,0xA6,0xA1,0xB4,0xB3,0xBA,0xBD,
            0xC7,0xC0,0xC9,0xCE,0xDB,0xDC,0xD5,0xD2,0xFF,0xF8,0xF1,0xF6,0xE3,0xE4,0xED,0xEA,
            0xB7,0xB0,0xB9,0xBE,0xAB,0xAC,0xA5,0xA2,0x8F,0x88,0x81,0x86,0x93,0x94,0x9D,0x9A,
            0x27,0x20,0x29,0x2E,0x3B,0x3C,0x35,0x32,0x1F,0x18,0x11,0x16,0x03,0x04,0x0D,0x0A,
            0x57,0x50,0x59,0x5E,0x4B,0x4C,0x45,0x42,0x6F,0x68,0x61,0x66,0x73,0x74,0x7D,0x7A,
            0x89,0x8E,0x87,0x80,0x95,0x92,0x9B,0x9C,0xB1,0xB6,0xBF,0xB8,0xAD,0xAA,0xA3,0xA4,
            0xF9,0xFE,0xF7,0xF0,0xE5,0xE2,0xEB,0xEC,0xC1,0xC6,0xCF,0xC8,0xDD,0xDA,0xD3,0xD4,
            0x69,0x6E,0x67,0x60,0x75,0x72,0x7B,0x7C,0x51,0x56,0x5F,0x58,0x4D,0x4A,0x43,0x44,
            0x19,0x1E,0x17,0x10,0x05,0x02,0x0B,0x0C,0x21,0x26,0x2F,0x28,0x3D,0x3A,0x33,0x34,
            0x4E,0x49,0x40,0x47,0x52,0x55,0x5C,0x5B,0x76,0x71,0x78,0x7F,0x6A,0x6D,0x64,0x63,
            0x3E,0x39,0x30,0x37,0x22,0x25,0x2C,0x2B,0x06,0x01,0x08,0x0F,0x1A,0x1D,0x14,0x13,
            0xAE,0xA9,0xA0,0xA7,0xB2,0xB5,0xBC,0xBB,0x96,0x91,0x98,0x9F,0x8A,0x8D,0x84,0x83,
            0xDE,0xD9,0xD0,0xD7,0xC2,0xC5,0xCC,0xCB,0xE6,0xE1,0xE8,0xEF,0xFA,0xFD,0xF4,0xF3};


    unsigned char data[10] = {0x00,0x01,0x02,0x03,0x04,0x05,0x06,0x07,0x08,0x09};

    unsigned char i;
    unsigned char crc;

    crc = 0x00;
    for(i=0;i<10;i++)
        crc = CRC8_TABLE[(crc ^ data[i]) & 0xff];

/* ------------------------------------------------------------------------------------- */
```

Após execução da estrutura de repetição a variável CRC conterá o valor **39H** referente ao cálculo do CRC-8 para todos os 10 bytes contidos no vetor data[ ].

4.19.2 Exemplo de implementação da função CRC-8 – Delphi/Pascal

```
{ (!) fragmento de código }
{ ------------------------------------------------------------------------------------------ }

    CRC8_TABLE: array [0..255] of byte = (
            $00,$07,$0E,$09,$1C,$1B,$12,$15,$38,$3F,$36,$31,$24,$23,$2A,$2D,
            $70,$77,$7E,$79,$6C,$6B,$62,$65,$48,$4F,$46,$41,$54,$53,$5A,$5D,
            $E0,$E7,$EE,$E9,$FC,$FB,$F2,$F5,$D8,$DF,$D6,$D1,$C4,$C3,$CA,$CD,
            $90,$97,$9E,$99,$8C,$8B,$82,$85,$A8,$AF,$A6,$A1,$B4,$B3,$BA,$BD,
            $C7,$C0,$C9,$CE,$DB,$DC,$D5,$D2,$FF,$F8,$F1,$F6,$E3,$E4,$ED,$EA,
            $B7,$B0,$B9,$BE,$AB,$AC,$A5,$A2,$8F,$88,$81,$86,$93,$94,$9D,$9A,
            $27,$20,$29,$2E,$3B,$3C,$35,$32,$1F,$18,$11,$16,$03,$04,$0D,$0A,
            $57,$50,$59,$5E,$4B,$4C,$45,$42,$6F,$68,$61,$66,$73,$74,$7D,$7A,
            $89,$8E,$87,$80,$95,$92,$9B,$9C,$B1,$B6,$BF,$B8,$AD,$AA,$A3,$A4,
            $F9,$FE,$F7,$F0,$E5,$E2,$EB,$EC,$C1,$C6,$CF,$C8,$DD,$DA,$D3,$D4,
            $69,$6E,$67,$60,$75,$72,$7B,$7C,$51,$56,$5F,$58,$4D,$4A,$43,$44,
            $19,$1E,$17,$10,$05,$02,$0B,$0C,$21,$26,$2F,$28,$3D,$3A,$33,$34,
            $4E,$49,$40,$47,$52,$55,$5C,$5B,$76,$71,$78,$7F,$6A,$6D,$64,$63,
            $3E,$39,$30,$37,$22,$25,$2C,$2B,$06,$01,$08,$0F,$1A,$1D,$14,$13,
            $AE,$A9,$A0,$A7,$B2,$B5,$BC,$BB,$96,$91,$98,$9F,$8A,$8D,$84,$83,
            $DE,$D9,$D0,$D7,$C2,$C5,$CC,$CB,$E6,$E1,$E8,$EF,$FA,$FD,$F4,$F3);

    data: array [0..9] of byte = ($00,$01,$02,$03,$04,$05,$06,$07,$08,$09);
    i: integer;
    crc: byte;

    crc := $00;
    for i:=0 to 9 do
        crc := CRC8_TABLE[(crc XOR data[i]) AND $ff];

{ ------------------------------------------------------------------------------------------ }
```

Após execução da estrutura de repetição a variável CRC conterá o valor **39H** referente ao cálculo do CRC-8 para todos os 10 bytes contidos no vetor data[ ].

4.20 Cálculo do byte verificador LRC

Diversos pacotes de requisição e retorno especificados neste documento utilizam um byte verificador do tipo LRC (*Longitudinal Redudancy Check*). Este código verificador simples e têm como função a verificação da integridade das informações durante sua transmissão ou recepção.

O cálculo do byte verificador LRC é simples e requer apenas que os sucessivos bytes de um pacote de dados sejam processados pelo operador OU Exclusivo (XOR).

Como referência para desenvolvedores de aplicações segue abaixo exemplo de duas implementações do cálculo do byte LRC, tanto para linguagem C/C++ quanto para linguagem Delphi/Pascal.

4.20.1 Exemplo de implementação do cálculo LRC– C/C++

```
/* (!) fragmento de código */
/* ------------------------------------------------------------------------------------------ */

    unsigned char data[10] = {0x00,0x01,0x02,0x03,0x04,0x05,0x06,0x07,0x08,0x09};

    unsigned char i;
    unsigned char lrc;

    lrc = 0x00;
    for(i=0;i<10;i++)
        lrc ^= data[i];

/* ------------------------------------------------------------------------------------------ */
```

Após execução da estrutura de repetição a variável LRC conterá o valor **01H** referente ao cálculo do LRC para todos os 10 bytes contidos no vetor data[ ].

4.20.2 Exemplo de implementação do cálculo LRC – Delphi/Pascal

```
{ (!) fragmento de código }
{ ------------------------------------------------------------------------------------------ }

    data: array [0..9] of byte = ($00,$01,$02,$03,$04,$05,$06,$07,$08,$09);
    i: integer;
    lrc: byte;

    lrc := $00;
    for i:=0 to 9 do
        lrc := lrc XOR data[i];

{ ------------------------------------------------------------------------------------------ }
```

Após execução da estrutura de repetição a variável LRC conterá o valor **01H** referente ao cálculo do LRC para todos os 10 bytes contidos no vetor data[ ].

Apêndice A – Tabela ASCII

A tabela abaixo é apresentada apenas como referência para o desenvolvedor.

Dec	Oct	Hex	Binário	Valor
000	000	000	00000000	NUL
001	001	001	00000001	SOH
002	002	002	00000010	STX
003	003	003	00000011	ETX
004	004	004	00000100	EOT
005	005	005	00000101	ENQ
006	006	006	00000110	ACK
007	007	007	00000111	BEL
008	010	008	00001000	BS
009	011	009	00001001	HT
010	012	00A	00001010	LF
011	013	00B	00001011	VT
012	014	00C	00001100	FF
013	015	00D	00001101	CR
014	016	00E	00001110	SO
015	017	00F	00001111	SI
016	020	010	00010000	DLE
017	021	011	00010001	XON
018	022	012	00010010	DC2
019	023	013	00010011	XOFF
020	024	014	00010100	DC4
021	025	015	00010101	NAK
022	026	016	00010110	SYN
023	027	017	00010111	ETB
024	030	018	00011000	CAN
025	031	019	00011001	EM
026	032	01A	00011010	SUB
027	033	01B	00011011	ESC
028	034	01C	00011100	FS
029	035	01D	00011101	GS
030	036	01E	00011110	RS
031	037	01F	00011111	US
032	040	020	00100000	SP
033	041	021	00100001	!
034	042	022	00100010	"
035	043	023	00100011	#
036	044	024	00100100	$
037	045	025	00100101	%
038	046	026	00100110	&
039	047	027	00100111	'
040	050	028	00101000	(
041	051	029	00101001	)
042	052	02A	00101010	*
043	053	02B	00101011	+
044	054	02C	00101100	,
045	055	02D	00101101	-
046	056	02E	00101110	.
047	057	02F	00101111	/
048	060	030	00110000	0
049	061	031	00110001	1
050	062	032	00110010	2
051	063	033	00110011	3
052	064	034	00110100	4
053	065	035	00110101	5
054	066	036	00110110	6
055	067	037	00110111	7
056	070	038	00111000	8
057	071	039	00111001	9
058	072	03A	00111010	:
059	073	03B	00111011	;
060	074	03C	00111100	<
061	075	03D	00111101	=
062	076	03E	00111110	>
063	077	03F	00111111	?

Dec	Oct	Hex	Binário	Valor
064	100	040	01000000	@
065	101	041	01000001	A
066	102	042	01000010	B
067	103	043	01000011	C
068	104	044	01000100	D
069	105	045	01000101	E
070	106	046	01000110	F
071	107	047	01000111	G
072	110	048	01001000	H
073	111	049	01001001	I
074	112	04A	01001010	J
075	113	04B	01001011	K
076	114	04C	01001100	L
077	115	04D	01001101	M
078	116	04E	01001110	N
079	117	04F	01001111	O
080	120	050	01010000	P
081	121	051	01010001	Q
082	122	052	01010010	R
083	123	053	01010011	S
084	124	054	01010100	T
085	125	055	01010101	U
086	126	056	01010110	V
087	127	057	01010111	W
088	130	058	01011000	X
089	131	059	01011001	Y
090	132	05A	01011010	Z
091	133	05B	01011011	[
092	134	05C	01011100	\
093	135	05D	01011101	]
094	136	05E	01011110	^
095	137	05F	01011111	_
096	140	060	01100000	`
097	141	061	01100001	a
098	142	062	01100010	b
099	143	063	01100011	c
100	144	064	01100100	d
101	145	065	01100101	e
102	146	066	01100110	f
103	147	067	01100111	g
104	150	068	01101000	h
105	151	069	01101001	i
106	152	06A	01101010	j
107	153	06B	01101011	k
108	154	06C	01101100	l
109	155	06D	01101101	m
110	156	06E	01101110	n
111	157	06F	01101111	o
112	160	070	01110000	p
113	161	071	01110001	q
114	162	072	01110010	r
115	163	073	01110011	s
116	164	074	01110100	t
117	165	075	01110101	u
118	166	076	01110110	v
119	167	077	01110111	w
120	170	078	01111000	x
121	171	079	01111001	y
122	172	07A	01111010	z
123	173	07B	01111011	{
124	174	07C	01111100	|
125	175	07D	01111101	}
126	176	07E	01111110	~
127	177	07F	01111111	DEL

PÁGINA
EM
BRANCO